中国31个直辖市和省会城市“垃圾围城”风险与对策研究

——基于DIIS方法的实证研究

陈 安[1,2] 陈晶睿[1,2*] 崔 晶[2,3] 范 超[4] 韩 玮[1,2]

1 中国科学院科技战略咨询研究院 北京 100190

2 中国科学院大学 北京 100049

3 中国科学院大学 中丹学院 北京 100049

4 河南理工大学 应急管理学院 焦作 454000

摘要 如今高速发展的中国城市正饱受“垃圾围城”之痛。“人生活在城市里，城市受困于垃圾中”已是当前的真实写照。“十二五”以来，地方政府虽然出台了相关政策，但是面对城市人口不断积聚的现状，我国仍面临垃圾难排、难运、难处理、难管理的窘境，“垃圾围城”的悲剧仍在上演。“垃圾围城”的风险不容忽视，因此“垃圾围城”现状和对策的研究必须被重点关注。文章基于“收集信息—揭示信息—综合研判—形成方案”（Data-Information-Intelligence-Solution，DIIS）分析框架，运用“谷歌地球”（Google Earth，GE）及地理信息系统（Geographic Information System，GIS）软件识别31个直辖市和省会城市非正规垃圾填埋场的个数、面积及形成情况，以得出“垃圾存量”数据。进而，基于“驱动力－状态－响应”（Driving Force-Status-Response，DSR）风险评价模型识别31个省会城市的“垃圾围城”风险，通过分析现状、识别风险源、理清风险的发生发展机制，进而为规避垃圾围城风险进行管理机制设计，以期为政府部门降低城市“垃圾围城”风险献力。

关键词 垃圾围城，垃圾治理，垃圾存量，非正规垃圾填埋场

DOI 10.16418/j.issn.1000-3045.2019.07.009

据统计数据显示，我国2011年城市生活垃圾年产量已经达到29亿吨，全国垃圾存量占地累计达75万亩，超过450座城市被垃圾包围，形成了“垃圾包围人群”的态势。

*通讯作者

资助项目：北京市自然科学基金（9182017），中国地震局发展研究中心（Y802701901），北京市科学技术研究院（PXM2018_178304_000010）
修改稿收到日期：2019年7月3日

垃圾治理问题已经迫在眉睫，而非正规垃圾填埋场的治理是关键，当前城市周边存在多少非正规垃圾填埋场仍然未知。根据党的十九大要求，2017年中央经济会议明确指出污染防治是实现全面建成小康社会的三大攻坚战之一。在政府大力推动下，地方政府虽然出台了相关政策，但面对快速城市化进程，大量生活垃圾仍然面临着难排、难运、难处理、难管理的窘境，城市遭遇“垃圾围城”的风险不容忽视。其中，垃圾治理的痛点和难点在于非正规垃圾填埋场的治理。首先，由于垃圾填埋曾经一度是我国主要的垃圾处理方式，并受制于当时技术和工艺的限制，难以达到无害化处理标准，因此当前一半以上的垃圾填埋场属于非正规垃圾填埋厂。非正规垃圾填埋厂封场后，存在大气、土壤、水源等多方面污染隐患。例如：2014年，湖南省浏阳市发生垃圾堆镉污染事件，造成了2人死亡、500余人尿镉超标；2015年12月，广东省深圳市因垃圾堆坍塌导致滑坡事故，造成70余人遇难。其次，非正规垃圾填埋场因分布广、难以被识别的特征，导致对其的监管及治理工作难以开展。那么现在我国究竟有多少非正规填埋场？各省市“垃圾围城”的风险性有多大？是目前我国“垃圾围城”现状下亟待解决的关键问题。

通过对已有研究梳理发现：学术界对非正规垃圾填埋厂及垃圾围城风险的既有研究主要集中于环境科学与工程、地质资源与地质工程、公共卫生与预防医学等学科角度，偏重于垃圾风险的物质辨识、环境影响和医学后果的“硬科学”研究。徐亚等[1]通过对非正规垃圾填埋场的建设、运行和关闭阶段及其环境特征的系统分析，将渗滤液渗漏的技术风险分为3个阶段，并用不同模型评估不同阶段的技术风险。对垃圾围城风险社会科学层面的“软科学”研究集中于宏观的制度建设、政策建议和治理方法。岳金柱[2]提出从源头破解垃圾围城与污染的治本之策在于垃圾分类，并具体提出社区垃圾分类处理的“政府主导-市民为主-社会参与-市场运作-激励手段-科技支撑”的原则。

总结既有研究可发现，学界尚缺乏对“垃圾围城”风险的“软硬结合”的实证研究，缺乏对全国主要城市周边非正规垃圾填埋场，以及对“垃圾围城”风险的有效识别，这将阻碍人们对于垃圾风险的全面认识。“垃圾围城”风险是指，一座城市在已有垃圾存量的基础上，因为管理措施、治理能动性、人口基数、城市产业定位等因素造成城市周边非正规垃圾填埋场面积继续增大的可能性。一方面，当前对垃圾围城风险的研究主要采用资料搜集、现场调查与测量等方法，辅以少量的勘探工作，该类研究难以对大规模乃至全国性的非正规垃圾填埋场进行识别及风险分析[3]。另一方面，当前对垃圾围城风险的评价指标体系研究主要集中于对环境污染风险的衡量而非综合性风险评价体系[4]。韩华等[5]根据非正规垃圾填埋场垃圾危害特性和所在场地水文地质条件特征，利用层次分析法对垃圾危害因子和地下水污染环境风险因子进行分层研究，建立了非正规垃圾填埋场风险

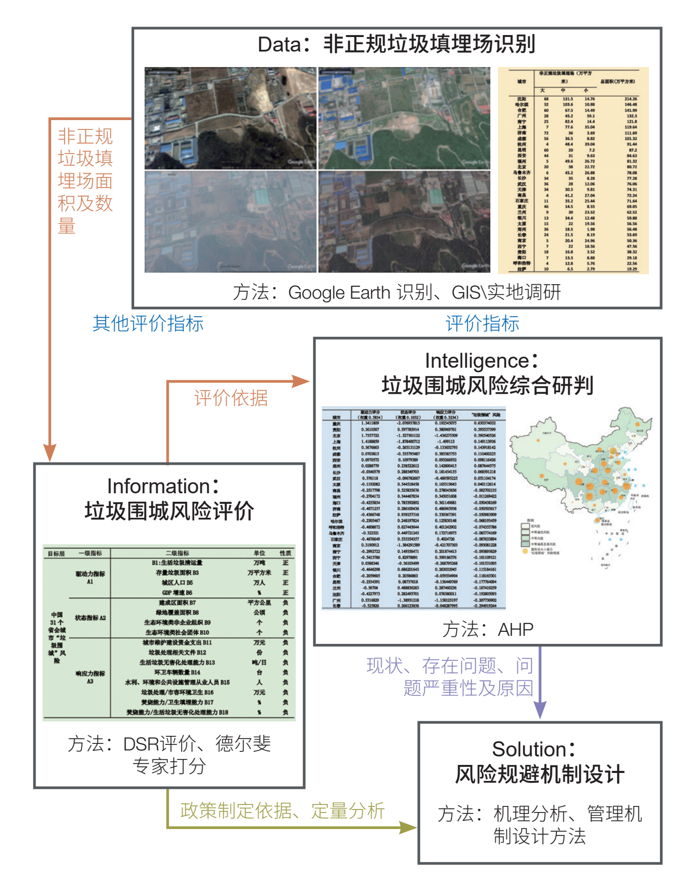


图1　垃圾围城风险研究DIIS分析框架图

评价分级方法和指标体系。但该方法仅适合做精细的案例分析，研究本身只对小区域非正规垃圾填埋场进行识别，并且缺乏对整体风险的综合考量。

本研究以潘教峰等[6-8]提出的科技智库"收集信息—揭示信息—综合研判—形成方案"（Data-Information-Intelligence-Solution，DIIS）方法为研究思路（图 1），运用多维空间数据软件——"谷歌地球"（Google Earth，GE）及地理信息系统（Geographic Information System，GIS）识别31个直辖市和省会城市周边非正规垃圾填埋场的个数和面积，绘制其分布图；并建立指标体系，并对 31 个直辖市和省会城市的"垃圾围城"风险进行识别评估；结合评估结果分析当前 31 个直辖市和省会城市"垃圾围城"现状及垃圾治理所面临的问题，并对此提出解决措施和政策建议，以期响应国家"十三五"规划中垃圾治理的必要性与紧迫性。

1 方法与数据

本文基于 GE、GIS 软件及实地调研方法，排查 31 个直辖市和省会城市建筑群周边 10 公里以内非正规垃圾填埋场的面积、位置及数量情况。通过 GE 软件的历史成像功能，观察垃圾堆不同时间段的状态，以追踪已被覆盖的非正规垃圾填埋场。例如，2002 年北京市海淀区某村田间存在一块"7"字型池塘，于 2006 年被部分填满，于 2007 年被全部填满，于 2009 年池塘被绿植覆盖形成平地（图 2）。

不同类型非正规垃圾填埋场在卫星影像中呈现不同形态。按垃圾填埋场所处位置分，城市中非正规垃圾填埋场多呈亮白色，形态呈环形、扇形、带状等；乡镇中非正规垃圾填埋场多呈乳白色和深褐色，形态呈圆形和直线带状。按垃圾的类型分，由生活垃圾构成的非正规垃圾填埋场多呈现出黑色或亮白色，分布散乱，多集中于道路、池塘及建筑物附近；由建筑垃圾构成的非正规垃圾填埋场主要呈现出黄褐色或是红褐色，多分布于建设施附近和山涧中。图 3 展现了 4 种不同地理位置的垃圾倾倒状况，包括建筑物周边垃圾倾倒状况（图 3a）、山间垃圾倾倒状况（图 3b）、池塘湖泊垃圾倾倒状况（图 3c），以及临水地带垃圾倾倒状况（图 3d）等。





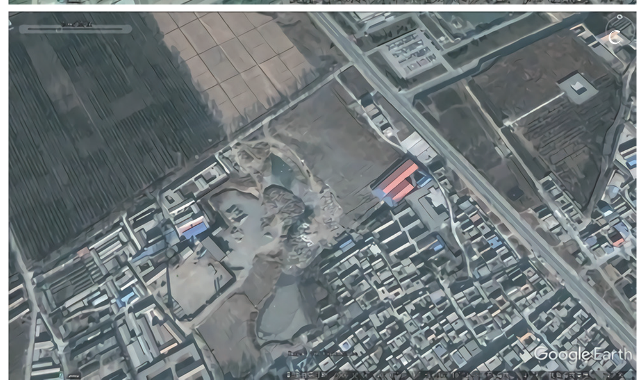




图 2 北京市海淀区某村非正规垃圾填埋场不同年份状态卫星识别
（a）2002 年；（b）2006 年；（c）2007 年；（d）2009 年









图 3　不同地区垃圾填埋场卫星成像图

（a）城市周边垃圾倾倒状况态；（b）山间垃圾倾倒状况；（c）池塘湖泊垃圾倾倒状况；（d）以及临水地带垃圾倾倒状况

GE 软件卫星成像时，渣土堆与垃圾堆存在形状、颜色等方面的区别。俯瞰渣土堆，整体呈梯形形状，其边缘呈扇形；俯瞰垃圾堆，整体呈块状，其边缘不规则。无帆布覆盖的渣土堆颜色多呈棕黄色（图 4a），有帆布覆盖的渣土堆颜色呈深绿色或褐黑色（图 4b）。

通过 GE 软件的历史影像功能确定非正规垃圾填埋场，并在 GE 中建立图层，圈画垃圾填埋场的面积，最终将 GE 数据导入 GIS 软件，确定各地区垃圾填埋场的位置及面积信息。

本文对 GE 识别出的北京市非正规垃圾填埋场进行了实地调研，以确保非正规垃圾填埋场的准确性；并对 GE 软件绘制的垃圾填埋场形状运用 GIS 软件进行面积计算，以确保计算过程的规范性和数据结果的准确性。

2 信息揭示

2.1 “垃圾围城”风险评价指标体系构建

本文建立“垃圾围城”风险评估指标体系，以衡量各城市对于垃圾包围城市这种现象的驱动力、现状及抵御状况。本文基于“驱动力－状态－响应”（Driving Force-Status-Response，DSR）模型这一概念框架，衡量“垃圾围城”风险大小，强调经济运作与环境影响之间相互作用关系，以更好地识别非正规垃圾填埋场对于居民生活带来的危害。基于 DSR 模型衡量“垃圾围城”风险，其中“驱动力”（D）表示经济的发展、人口的扩张等人类活动对产生“垃圾围城”风险的驱动力；“状态”（S）表示人们所处的社会及自然环境现状；“响应”（R）表示基于风险驱动因素及现状，个人和相关机构所采取的规避“垃圾围城”风险的行为与措施。通过 DSR 模型评价“垃圾围城”风险，核心是看在促使垃圾增长的驱动力下，一个城市的垃圾治理响应能力是否能与之相匹配——如果能够匹配，则“垃圾围城”的风险小。

参照相关研究[9-12]并进行一定改进，构建了 31 个直辖市和省会城市“垃圾围城”风险评价指标体系（表 1）：

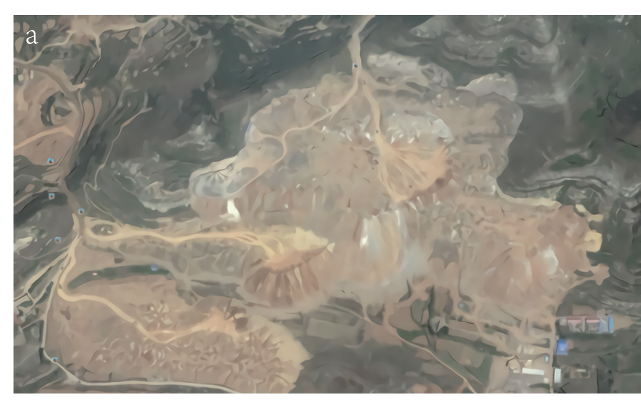




图 4　不同状态渣土堆卫星成像图

（a）无帆布覆盖；（b）有帆布覆盖

① 驱动力指标，包括：生活垃圾清运量、存量垃圾面积、城区人口、国内生产总值（GDP）增速；② 状态指标，包括：建成区面积、绿地覆盖面积、生态环境类非企业组织、生态环境类社会团体；③ 响应指标，包括：城市维护建设资金支出、垃圾处理相关文件、生活垃圾无害化处理能力、环卫车辆数量、水利、环境和公共设施管理从业人员、垃圾处理/市容环境卫生、焚烧能力/卫生填埋能力、焚烧能力/生活垃圾无害化处理能力等。

2.2 “垃圾围城”风险评价结果

基于 DSR 模型对 31 个直辖市和省会城市进行评价，采用两轮专家打分，得到驱动力、状态、响应力指标权重分别为 0.5834、0.1032、0.3234（图 5 和 6）。

表 1　基于 DSR 模型的 31 个省会城市“垃圾围城”风险评价指标体系[①]

目标层	一级指标	二级指标	单位	性质
中国31个省会城市“垃圾围城”风险	D：驱动力指标（A1）	生活垃圾清运量（B1）	万吨	正
		存量垃圾面积（B2）	万平方米	正
		城区人口（B3）	万人	正
		GDP增速（B4）	%	正
	S：状态指标（A2）	建成区面积（B5）	平方公里	负
		绿地覆盖面积（B6）	公顷	负
		生态环境类非企业组织（B7）	个	负
		生态环境类社会团体（B8）	个	负
	R：响应力指标（A3）	城市维护建设资金支出（B9）	万元	负
		垃圾处理相关文件（B10）	份	负
		生活垃圾无害化处理能力（B11）	吨/日	负
		环卫车辆数量（B12）	台	负
		水利、环境和公共设施管理从业人员（B13）	人	负
		垃圾处理/市容环境卫生（B14）	万元	负
		焚烧能力/卫生填埋能力（B15）	%	负
		焚烧能力/生活垃圾无害化处理能力（B16）	%	负

① 本文研究数据来源于相关统计年鉴及网络资料。其中查阅的年鉴包括：《中国城市统计年鉴》《中国环境统计年鉴》《中国城乡和城市建设统计年鉴》《中国人口与就业统计年鉴》《中国统计年鉴》等。网络资料包括：中华人民共和国环境保护部、各省会城市环保局等。

（1）从总体上看，自颁布《“十二五”全国城镇生活垃圾无害化处理设施建设规划》以来，非正规垃圾填埋场的数量和规模得以缩减。基于GE的历史影像功能查看非正规垃圾填埋场的历史数据可知，在过去的5—10年，随着城市化建设的推进和城市边缘的不断外扩，特别是经过“十二五”规划的重点治理，非正规垃圾填埋场的数量在逐渐减少。但仍可观察到非正规垃圾填埋场的位置逐渐向远郊或使用价值低的土地转移。随着人类活动的进一步扩张，更远郊区非正规垃圾填埋场的数量在逐渐加大。

（2）一半的超大城市②“垃圾围城”风险等级较高。过高的人口基数、治理工作不被重视，以及较弱的卫生处理能力是造成高风险的主要原因。重庆市与成都市，非正规垃圾填埋场存量大，其城市垃圾焚烧发电厂及卫生填埋场的个数少，从信息公开内容中并未看出政府与社会积极投身垃圾治理工作的举措，因此“垃圾围城”风险较高。位居中等风险的超大城市，如西安与郑州市，其垃圾卫生处理能力较弱，但由于较大的城市面积，以及政府与社会积极开展的垃圾治理工作，使其“垃圾围城”风险并未因过高的人口基数而增大。

（3）超大城市存在垃圾跨省外排的情况，增加了周边城市的“垃圾围城”风险。北京、上海两市的垃圾处理能力相较于广州市而言较弱，但城市周边垃圾存量较少；反而是相邻省会，如石家庄市、杭州市周边地界的垃圾存量较大，其中石家庄市的垃圾卫生人均处理能力是北京市的2倍。这表明超大城市存在垃圾外排、外运的现象，而这无疑增加了被排放城市的“垃圾围城”风险。

（4）一半以上的特大城市③其“垃圾围城”风险较大，但垃圾治理能力较弱。沿海城市的垃圾治理工作较为积极，经济增速缓慢的城市次之，增速快的城市治理懈怠。特大型城市的“垃圾围城”风险多数居中，平均人口虽与超大型城市相差34%，但其治理相应程度与超大型城市相差67%以上。特大城市普遍存在治理积极性不足，城市周边垃圾存量相对较大的现象。例如，郑州、武汉、福州、西安等城市所颁布的垃圾治理性相关文件不足100份，而上海关于垃圾治理的文件数量多达2 000余份。

（5）具有特殊定位的省会城市，其“垃圾围城”风险较低。具有特殊城市定位的“垃圾围城风险较低，主要表现在昆明市、海口市等地。

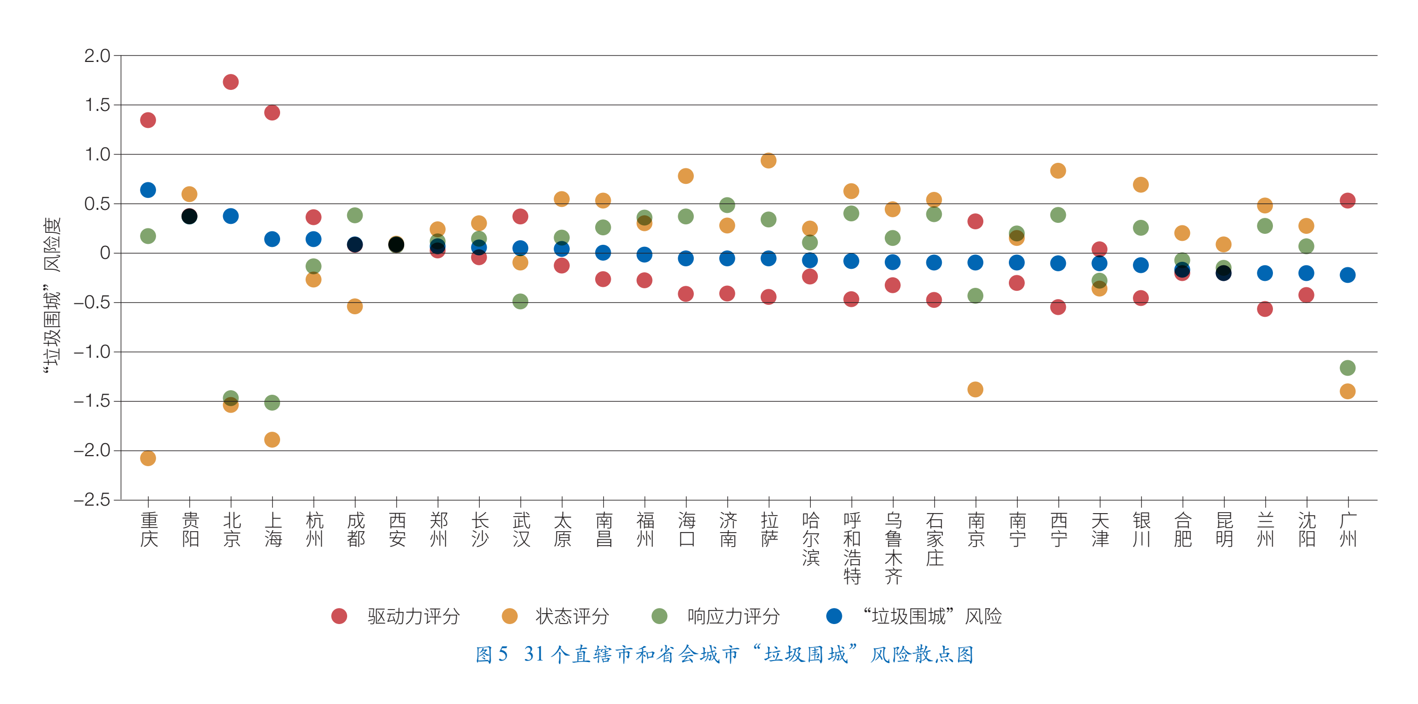


图5　31个直辖市和省会城市“垃圾围城”风险散点图

② 超大城市：城区常住人口1000万以上。
③ 特大城市：城区常住人口500万至1000万。

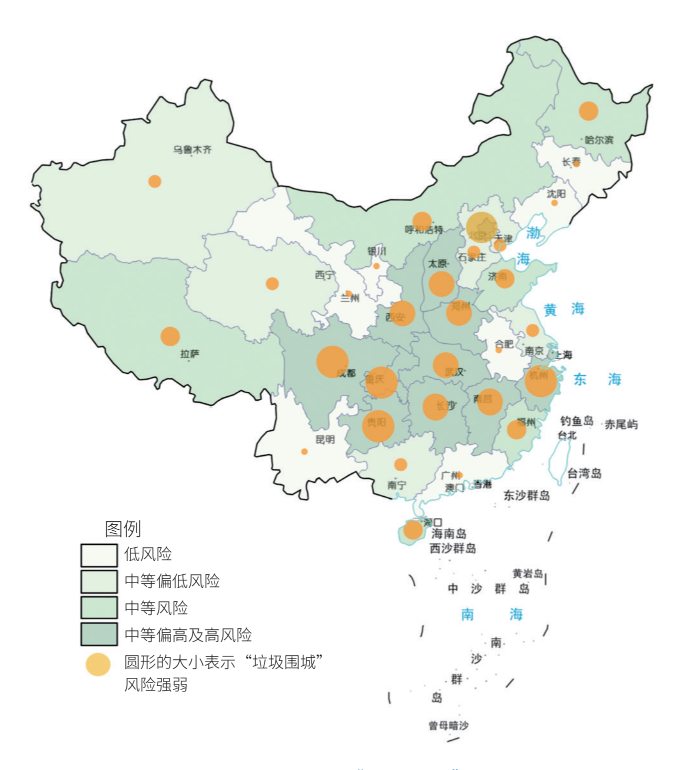


图 6 31 个直辖市和省会城市“垃圾围城”风险等级划分图

图中对城市所在省份进行颜色填充，以清晰表达各直辖市和省会城市垃圾围城风险的严重性及层次性；其中，港澳台地区资料暂缺

3 综合研判

本文从垃圾治理的目标、参与者、参与者间关系、规制等 4 个方面入手分析现状中存在的问题。

（1）城市环境保护工作目标混乱，是导致垃圾围城风险较大的主要原因。多数城市环境保护工作的目标混乱，“垃圾治理”作为一级目标还是基于“管理”之下的二级目标的问题值得治理主体深入探讨。目前，政府大力开展的治理工作，主要聚焦于垃圾末端处理产业的发展，对于前期垃圾分类的管理力度低，垃圾分类装置虽已遍布于各个角落，但是真正运用管理手段监督市民分类的程序缺失。然而，环境保护工作的最终目的是达到人与自然和谐发展的共生阶段，如果前期“管理”工作不到位，将会为后期的“治理”带来更大的压力。

（2）在积极投身治理工作的城市中，单一的参与主体导致治理工作缺乏预见性、治理方法缺乏层次性，这将增加“垃圾围城”风险。目前环境治理的主体是政府，因此存在一旦政府懈怠治理工作，其垃圾存量会不断增大，“垃圾围城”风险也随之提高。其主要原因是治理工作中参与者单一，缺乏社会资源的参与；次要原因是治理政策的制定大多依赖于基层政府对于问题严重性的认知，这往往导致治理政策成为权宜之计，缺乏预见性及全局性，最终增加“垃圾围城”风险。

（3）参与者之间利益划分不清，影响整体治理进度，从而增加“垃圾围城”风险。绿色发展是社会成员健康可持续生存的关键。但从实际行动来看，个体行为因局限性更关注眼前的既得利益，这与集体的全局性行动往往相互矛盾。个体追求快速的经济利益，但垃圾治理是一项投入多、回报不明显的公共福利事业。因此，当集体治理行动受到个体局限性利益诉求的抵触时，个体时常出现“搭便车”行为。垃圾治理政策因缺乏对社会成员进行深层次的全局性和长远性垃圾治理思维的塑造，导致垃圾治理集体行动动力不足现象的产生，最终加大“垃圾围城”风险[13]。

（4）动力规制的缺失，直接导致“垃圾围城”风险增大。“垃圾围城”治理及其效益的产生过程具有特殊性和复杂性。一方面表现为经济效益及社会效益释放缓慢；另一方面，垃圾治理效益不具有杠杆作用，无法对其他经济结构产生带动效果。这两方面原因导致各主体的垃圾治理主观能动性不足，当外部激励机制缺失时，直接导致“垃圾围城”风险增大。

4 政策建议

针对综合研判中提出的关于垃圾治理的目标、参与者、参与者间关系、规制等4个方面存在的问题，本文给出 4 个方面的政策建议。

4.1 明确垃圾处理目标

明确垃圾处理目标首先需要明确垃圾处理需求。为实现垃圾处理的“善治”，保持处理的有效性和可持续性，需构建一个政府有力主导、社会公民参与、发挥市场作用、依法依规运行的新型垃圾处理模式。当前的

垃圾处理工作需从“事后治理”转变为“前端管理”模式：① 政府应从政府本位的直接包揽转变为通过政策引导、提供服务和市场监管来形成政府主导、市场、社会有序参与治理的格局。② 管理方式要改变旧有的被动应急、突击整治为源头治理、长效管理。调节手段应从行政主导转变为以法律规范和经济手段调节为主。③ 治理流程从当前的“末端处理”向“分类—收集—清运—利用—处理”全过程、综合性治理模式转变。这些转变需要更多部门参与规划的编制和实施，如环保部、商务部、农业部、工信部等。治理理念的转变需要体现在垃圾排放考核目标的制定上，如：控制各省市垃圾焚烧、堆肥、卫生填埋等的处理量，明确规定人均垃圾日清运量[14]。

4.2 增加垃圾治理中参与主体的数量

垃圾处理作为一项准公共服务，政府履职不等于包办，因此从法理上增加垃圾治理的参与主体是解决参与者单一的问题的必经之路，也是规避垃圾围城风险的根本途径。政府需积极与环境非政府组织（NGO）、专家学者、新闻媒体等寻求共识，发挥社会组织及个人力量。具体做法包括：培育统一开放、竞争有序的垃圾处理的市场环境，为企业盈利提供多元渠道；形成“减量与分类”为导向的政社协同垃圾治理模式，鼓励和规范社会组织、企业、个人（志愿者）依法从事垃圾处理工作，从而形成网络化、法治化的垃圾处理体系。

4.3 明确垃圾治理各主体间关系

明确划分中央与地方各级政府在垃圾处理上的事权，从根本上规避参与主体间利益划分不清的问题。

（1）*分清各级政府在垃圾处理上的工作职责，确保各项工作有序推动，避免重叠交叉、相互“扯皮”。*具体表现为：中央政府重点负责垃圾处理的法律法规与政策制定、对地方进行监督等；省级政府重点负责辖区内垃圾处理统筹协调、监督检查等；区县政府则要承担垃圾处理的主体责任。

（2）*为政府部门主体间关系设计动力规制。*动力规制的设计将有助于发挥各级政府的能动性，保证治理工作的有效实施展。① 建立治理官员与环境保护项目的终身责任追究制度，并将环保成效作为官员晋升的绩效考核标准，从而避免假治理，劣工程、发展到才治理，检查到才治理的现象出现。② 建立沿海与中西部城市关于治理经验的对话与合作机制，完善基层治理能力建设机制，积极培养一线工作人员对垃圾风险的识别与评估能力。鼓励沿海发达地区，如上海、广州等城市对中西部地区进行技术支持，组织专家学者进行关于垃圾治理技术开发、政府与市场合作机制确立等的系列讲座，促进中西部地区提高自身治理理念和治理技术。基层政府及其工作人员是治理工作的基础，基层人员对风险的辨别和对问题的处理能力是治理工作的关键。③ 联合城市各级政府，共同打造城市品牌计划，为治理工作添加动力。打造城市品牌计划，给城市树立一个长远的品牌形象，开展公民生态教育、环境保护意识培育和健康生活方式的倡导，避免个体狭隘性利益与整体利益的冲突，让市民以所在城市为骄傲，从而维护城市形象，共同谋求城市未来发展。

4.4 建立垃圾治理动力规制

（1）*推动垃圾不落地机制，建立和完善垃圾治理资金收费机制。*通过社区层面的社会监管力量，在确定的时间，让市民将分类好的垃圾投放于规定的地点，并对私自倾倒垃圾的行为进行教育及惩罚。垃圾清运人员对分类垃圾进行分类处理与回收，最终通过焚烧、填埋与堆肥等方式减少垃圾存量，从而降低“垃圾围城”风险。

（2）*建立和完善垃圾治理资金收费机制。① 扩大增收范围。*将不同性质的企业及个人纳入征收范围，从而补充垃圾治理资金量，用于提高垃圾治理能力及水平；有区别地实行垃圾处理收费政策，所收费用作为政府性基金，单独管理，专项用于垃圾处理工作。*② 建立垃圾动态收费机制。*对生活垃圾，要按照“动态收费制”来征收。依照“多排放多付费、少排放少付费、混合来多收费、分类垃圾少收费”原则控制垃圾总量的产生和增加垃圾治理资金，从而减少“垃圾围城”风险。收费时需充分利用已成熟的技术平台，从而提高收费率。

（3）*以技术推动垃圾治理方法及效果的变革，运用*

先进科技促进垃圾减量化、资源化和无害化处理的根本性变革。先进科技的研发支持和落地运用将是"垃圾围城"的突围保障，有助于垃圾排放、运输、处理的高效运作和无害化处理。目前垃圾处理已经在卫生填埋、生化处理和焚烧的基础之上，涌现出具有探索性、应用性、前瞻性的技术成果。在垃圾渗滤液的处理技术上，国际已存在物化处理技术、膜分离技术等先进的技术方法，而我国还停留于以生物法为主老旧的垃圾渗滤液处理工艺，处理效果不理想。为实现垃圾处理的绿色可持续，我国必须积追踪国际先进技术课题研究，形成以反渗透工艺为尖端技术、多种技术组合治理的垃圾治理技术体系。

参考文献

1 徐亚, 赵阳, 能昌信. 非正规填埋场渗漏的层次化环境风险评价模型及案例研究. 环境科学学报, 2015, 35(3): 918-926.

2 岳金柱. 治理视角下的社区垃圾分类处理——从源头破解垃圾围城与污染的治本之策. 城市管理与科技, 2010, 12(6): 26-29.

3 MA Q Q, WANG Z H, SUN Z X, et al. The Investigation and Countermeasures about "City Besieged by Waste" in Jinan Based on GIS and RS. Ludong University Journal, 2011, 3(5): 45-50

4 吴文伟, 苏昭辉, 王峰, 等. 非正规垃圾填埋场危害风险评估与治理. 环境卫生工程, 2013, 21(5): 11-14.

5 韩华, 李胜勇, 于岩. 非正规垃圾填埋场初步勘查与评价方法探讨. 工程地质学报, 2011, 19(5): 771-777.

6 潘教峰. 智库DIIS理论方法. 北京: 科学出版社, 2019: 219-220.

7 潘教峰, 杨国梁, 刘慧晖. 科技评估DIIS方法. 中国科学院院刊, 2018, 33(1): 68-75.

8 潘教峰, 杨国梁, 刘慧晖. 智库DIIS三维理论模型. 中国科学院院刊, 2018, 33(12): 1366-1373.

9 谈迎新, 於忠祥. 基于DSR模型的淮河流域生态安全评价研究. 安徽农业大学学报（社会科学版）, 2012, 21(5): 35-39.

10 庞雅颂, 王琳. 区域生态安全评价方法综述. 中国人口·资源与环境, 2014, 24(S1): 340-344.

11 刘雷, 程钰, 任建兰. 区域环境管理水平测度及其空间格局研究——以山东省为例. 湖南师范大学自然科学学报, 2014, 37(1): 6-10, 85.

12 李建国, 刘金萍, 刘丽丽, 等. 基于灰色极大熵原理的三峡库区（重庆段）生态系统健康评价. 环境科学学报, 2010, 30(11): 2344-2352.

13 丁建彪. 政策效能缺失视域下的"垃圾围城"治理研究. 行政论坛, 2016, 23(5): 92-97.

14 Chung S S, Lo C W. Waste management in Guangdong cities: The waste management literacy and waste reduction preferences of domestic waste generators. Environmental Management, 2004, 33(5): 692-711.

Research on Risks and Countermeasures of "Cities Besieged by Waste" in China

—An Empirical Analysis Based on DIIS

CHEN An[1,2] CHEN Jingrui[1,2*] CUI Jing[2,3] FAN Chao[4] HAN Wei[1,2]

（1 Institutes of Science and Development, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China;

2 University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China;

3 Sino-Danish Center, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China;

4 Henan Polytechnic University, Jiaozuo 454000, China）

Abstract Nowadays, China's fast-growing cities are suffering from the problem of "Cities Besieged by Waste". The true portrayal of China today is people live in cities, while the cities are trapped in waste. China is still in this dilemma that a lot of garbage is difficult to memorial

*Corresponding author

archway, clear, dispose, and manage, although local governments have promulgated corresponding policies in recent years. Tragedies caused by "Cities Besieged by Waste" are still everywhere. The risk situation and countermeasures of "Cities Besieged by Waste" should not be ignored, but should be focused on instead. Based on the DIIS (Data-Information-Intelligence-Solution) framework, this study uses Google Earth and GIS (Geographic Information System) to identify the number, area, and formation of informal landfills in 31 provincial capitals to finally generate the data of the "garbage stock". Besides, based on the DSR (Driving force-Status-Response) risk assessment model, this study identifies the risk of "Cities Besieged by Waste" of 31 provincial capitals. By analyzing the current situation of risk, identifying the source of risk, and clarifying the mechanism of risk occurrence and development, this study works on providing intellectual contribution for government departments to reduce the risk of "Cities Besieged by Waste".

Keywords Cities Besieged by Waste, garbage disposal, volume of waste, informal landfill



陈 安 中国科学院科技战略咨询研究院研究员。兼任国际危机与应急管理学会联合主席，中国地震局地震应急预案专家组成员，多所大学和科研机构客座教授/研究员。

E-mail: anchen@casipm.ac.cn

CHEN An Professor of Institutes of Science and Development, Chinese Academy of Sciences (CAS). His research interests include the emergency management and data mining. He is the co-chair of International Academy of Crisis and Emergency Management, Member of Expert Group on Earthquake Emergency Plan of the China Earthquake Administration, Visiting Professor/Professor of Several Universities and Research Institutions.

E-mail: anchen@casipm.ac.cn



陈晶睿 中国科学院科技战略咨询研究院硕士研究生。主要研究领域包括：公共政策、环境治理。E-mail: chenjingrui321@163.com

CHEN Jingrui Received M.S. degree from Institutes of Science and Development, Chinese Academy of Sciences (CAS). Her research interests include Public Policy and Environmental Governance.

E-mail: chenjingrui321@163.com

■责任编辑：岳凌生

参考文献（双语版）

1 徐亚, 赵阳, 能昌信. 非正规填埋场渗漏的层次化环境风险评价模型及案例研究. 环境科学学报, 2015, 35(3): 918-926.

Xu Y, Zhao Y. Nai C X, et al. A tiered model to evaluate the environment risk of leachate leakage in irregular waste landfill and a case study. Acta Scientiae Circumstantiae, 2015, 35(3): 918-926. (in Chinese)

2 岳金柱. 治理视角下的社区垃圾分类处理——从源头破解垃圾围城与污染的治本之策. 城市管理与科技, 2010, 12(6): 26-29.

Yue J Z. Community garbage classification and treatment from the perspective of governance—A fundamental solution to cracking garbage siege and pollution from the source. Urban Management and Science & Technology, 2010, 12(6): 26-29. (in Chinese)

3 Ma Q Q, Wang Z H, Sun Z X, et al. The Investigation and countermeasures about “city besieged by waste” in Jinan based on GIS and RS. Ludong University Journal, 2011, 27(3): 285-288

4 吴文伟, 苏昭辉, 王峰, 等. 非正规垃圾填埋场危害风险评估与治理. 环境卫生工程, 2013, 21(5): 11-14.

Wu W W, Su Z H, Wang F, et al. Hazard risk assessment and management of denormal waste landfill sites. Environmental Sanitation Engineering, 2013, 21(5): 11-14. (in Chinese)

5 韩华, 李胜勇, 于岩. 非正规垃圾填埋场初步勘查与评价方法探讨. 工程地质学报, 2011, 19(5): 771-777.

Han H, Li S Y, Yu Y. Preliminary survey and assessment of unregualted land-fill sites. Journal of Engineering Geology, 2011, 19(5): 771-777. (in Chinese)

6 潘教峰. 智库DIIS理论方法. 北京: 科学出版社, 2019: 219-220.

Pan J F. DIIS Theory and Methodology in Think Tanks. Beijing: Science Press, 2019: 219-220. (in Chinese)

7 潘教峰, 杨国梁, 刘慧晖. 科技评估DIIS方法. 中国科学院院刊, 2018, 33(1): 68-75.

Pan J F, Yang G L, Liu H H. DIIS methodology of science and technology assessment. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2018, 33(1): 68-75. (in Chinese)

8 潘教峰, 杨国梁, 刘慧晖. 智库DIIS三维理论模型. 中国科学院院刊, 2018, 33(12): 1366-1373.

Pan J F, Yang G L, Liu H H. Three-dimensional theoretical model in think tank DIIS. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2018, 33(12): 1366-1373. (in Chinese)

9 谈迎新, 於忠祥. 基于DSR模型的淮河流域生态安全评价研究. 安徽农业大学学报（社会科学版）, 2012, 21(5): 35-39.

Tan Y X, Yu Z X. An ecological security evaluation of Huaihe River based on DSR. Journal of Anhui Agricultural University (Social Sciences Edition), 2012, 21(5): 35-39. (in Chinese)

10 庞雅颂, 王琳. 区域生态安全评价方法综述. 中国人口·资源与环境, 2014, 24(S1): 340-344.

Pang Y S, Wang L. A review of regional ecological security evaluation. China Population, Resources and Environment, 2014, 24(S1): 340-344. (in Chinese)

11 刘雷, 程钰, 任建兰. 区域环境管理水平测度及其空间格局研究——以山东省为例. 湖南师范大学自然科学学报, 2014, 37(1): 6-10.

Liu L, Cheng Y, Ren J L. A study on the level and the spatial structure of regional environmental management—A case study on Shandong Province. Journal of Natural Science of Hunan Normal University, 2014, 37(1): 6-10. (in Chinese)

12 李建国, 刘金萍, 刘丽丽, 等. 基于灰色极大熵原理的三峡库区（重庆段）生态系统健康评价. 环境科学学报, 2010, 30(11): 2344-2352.

Li J G, Liu J P, Liu L L, et al. Ecosystem health evaluation of Three Gorges reservoir area (Chongqing) based on the theory of maximum entropy and grey system. Acta Scientiae Circumstantiae, 2010, 30(11): 2344-2352. (in Chinese)

13 丁建彪. 政策效能缺失视域下的“垃圾围城”治理研究. 行政论坛, 2016, 23(5): 92-97.

Ding J B. Research on the governance of “garbage besieged city”

from the perspective of lack of policy effectiveness. Administrative Tribune, 2016, 23(5): 92-97. (in Chinese)

14 Chung S S, Lo C W H. Waste management in Guangdong cities: The waste management literacy and waste reduction preferences of domestic waste generators. Environmental Management, 2004, 33(5): 692-711.